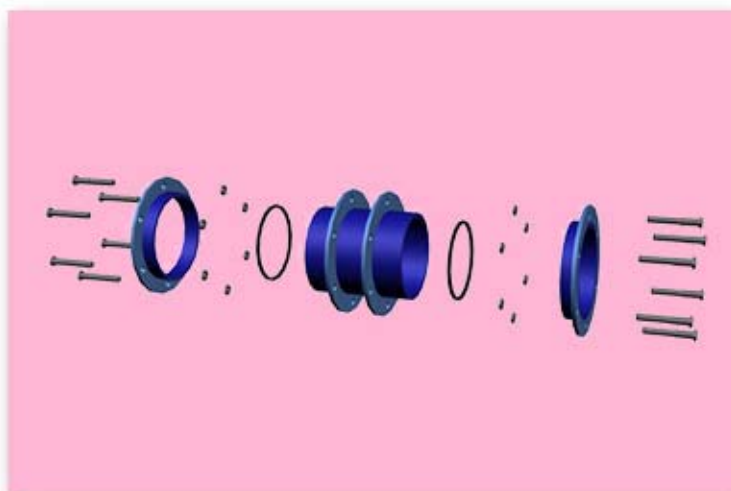




# แหวนแหวนดา

ตากสิน Innovation



Power of the O-Ring Team



## คำนำ

สืบเนื่องจากรายงานการประชุมคณะกรรมการบริหารระบบ KM/LO ครั้งที่ 2/2555 เมื่อวันที่ 2 เมษายน 2555 มติที่ประชุมเห็นชอบให้ใช้ ความหมาย เกณฑ์พิจารณาการจัดการความรู้ (KM) ประเภทนวัตกรรม (Innovation) ของ กปน. คือ การทำสิ่งต่างๆ ด้วยวิธีใหม่ๆ หรือการพัฒนาให้ดีขึ้นกว่าเดิม นวัตกรรมเป็นได้ทั้งผลิตภัณฑ์ บริการหรือกระบวนการ สิ่งใดที่จะเป็นนวัตกรรมได้นั้นต้องแปลกใหม่อย่างเห็นได้ชัดและเป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่องค์กรและลูกค้า เป้าหมายของนวัตกรรมนั้นเพื่อเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้น อาจกล่าวได้ว่า นวัตกรรมเป็นความคิดริเริ่มที่นำมาประยุกต์ใช้อย่างสัมฤทธิ์ผล

แหวนทวดาเป็นอุปกรณ์หรือผลิตภัณฑ์ชนิดหนึ่งที่คิดค้นและพัฒนาขึ้น เพื่อลดขั้นตอนที่ยุ่งยากจากการใช้เครื่องเชื่อมในการซ่อมท่อพีอี ให้มีความคงทน เกิดความยืดหยุ่นมากกว่าการใช้ Repair Clamp สามารถเชื่อมต่อระหว่างท่อพีอีกับท่อพีวีซี ท่อเหล็ก หรือว่าท่อพีอีเองได้ อีกทั้งยังยกระดับให้กับงานซ่อมท่อเนื่องจากก่อให้เกิดทางเลือกเพิ่มขึ้นในงานซ่อมท่อพีอีและท่อชนิดอื่นๆ และที่สำคัญก่อให้เกิดภาพลักษณ์ที่ดีขององค์กร จากการคิดค้นและพัฒนาอุปกรณ์ชนิดใหม่ขึ้นมาใช้เองอย่างเหมาะสม โดยไม่จำเป็นต้องสั่งซื้อจากภายนอก

สุดท้าย ประโยชน์จากการจัดทำความรู้ในครั้งนี้ หากพึงมี ทีมงานฯ ใครขอมอบให้แก่ผู้ที่สนใจนำไปปฏิบัติใช้งานและเป็นแนวทางการทำงานต่อไปในภายภาคหน้า

ทีมงานจัดการความรู้

Power of The O-ring

## บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

ท่อโพลีเอทิลีน (HIGH DENSITY POLYETHYLENE , HDPE) หรือเรียกสั้นๆ ว่าท่อพีอี เป็นท่อชนิดหนึ่งที่มีการประปานครหลวงเริ่มนำมาใช้วางท่อเพื่อส่งจ่ายน้ำ ด้วยการติดตั้งทำได้ง่าย มีความยืดหยุ่น ยังผลต่อการรับแรงดึงและแรงอัดได้ดีกว่าท่อเหล็กและท่อพีวีซี แต่ข้อเสีย คือ เมื่อมีการแตกชำรุด การซ่อมแซมจะยุ่งยากกว่าท่อชนิดอื่นๆ เพราะต้องใช้เครื่องเชื่อมสำหรับท่อพีอีเท่านั้น ซึ่งมีข้อจำกัดในเรื่องพื้นที่ ต้องใช้พื้นที่กว้างมากพอที่จะโน้มท่อมาเชื่อมให้ได้ในขณะที่ความยาวท่อมีจำกัด ส่งผลต่อค่าใช้จ่ายที่จะต้องจ้างผู้รับจ้างที่มีความชำนาญโดยเฉพาะ และกระทบต่อระยะเวลาที่ส่งจ่ายน้ำ ถึงแม้จะมีบริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์ที่ใช้ในการซ่อมท่อ คือ Repair Clamp ก็ยังไม่สามารถใช้งานได้ในระดับที่น่าพอใจ เนื่องจากการเชื่อมชั่วคราวเพื่อลดการรั่วซึมของน้ำก่อนนำเครื่องเชื่อมเข้าดำเนินการแก้ไข

แผนงานที่ได้จากการจัดการความรู้ครั้งนี้ จัดเป็นนวัตกรรม (Innovation) ขึ้นหนึ่งที่ได้คิดค้นและพัฒนาขึ้นจากบุคลากรของการประปานครหลวง เพื่อแก้ปัญหาการซ่อมท่อพีอีที่ยุ่งยากดังกล่าวข้างต้น โดยมีแนวคิดจากคุณสมบัติทางกลของข้อต่ออีโบลท์ และ Flexible Coupling มาผสมผสานกัน ผ่านขั้นตอนการทดลองโดยอาศัยแบบจำลองทางกายภาพ เพื่อจำลองการเชื่อมต่อท่อพีอีกับท่อพีวีซี และท่อพีอีกับท่อเหล็กเหนียว ภายใต้แรงดันน้ำที่ 6 บาร์ ก่อนที่จะนำไปใช้ซ่อมจริงบริเวณสะพานข้ามคลองรางแก้ว ถ.พระรามที่ 2 ซึ่งได้รับแจ้งว่าท่อเหล็กเหนียวข้ามคลองขนาด 300 มม. แตกรั่วจากการหลุดตัวบริเวณคอสะพาน ด้วยการนำแผนงาน 2 ชุด บรรจบท่อเหล็กเหนียวกับท่อพีอีเพื่อทดแทนท่อเหล็กเหนียวเส้นเดิมที่แตกรั่ว

จากคุณสมบัติของแผนงานที่สามารถซ่อมท่อได้หลากหลายชนิด ไม่ว่าจะเป็นท่อพีอี ท่อพีวีซี หรือว่าท่อเหล็กเหนียว ทำให้สามารถลดขั้นตอนที่ยุ่งยากจากการใช้เครื่องเชื่อม ซ่อมได้โดยกองงานซ่อมท่อของบริษัทหรือห้างร้านที่ทำสัญญาจ้างกับการประปานครหลวง เนื่องจากมีส่วนประกอบเหมือนกับข้อต่ออีโบลท์ และ Flexible Coupling ทำให้ใช้งานได้ง่าย รวมทั้งก่อให้เกิดภาพลักษณ์ที่ดีต่อองค์กรที่คิดค้นและพัฒนาอุปกรณ์ชนิดใหม่ที่เป็นแบบเฉพาะขึ้นมาใช้เองอย่างเหมาะสม สอดรับกับนโยบายของ ผวก. ที่จะนำการประปานครหลวงก้าวสู่เวทีอาเซียนในอนาคตอันใกล้



## สารบัญ

|                                             | หน้า |
|---------------------------------------------|------|
| คำนำ.....                                   | ก    |
| บทสรุปสำหรับผู้บริหาร.....                  | ข    |
| สารบัญ.....                                 | ค    |
| บทที่ 1 บทนำ.....                           | 1    |
| บทที่ 2 แนวทางในการดำเนินการและหลักการ..... | 5    |
| บทที่ 3 การทดลองและผลการทดลอง.....          | 14   |
| บทที่ 4 สรุปและข้อเสนอแนะ.....              | 25   |
| รายการอ้างอิง.....                          | 30   |
| ทีมงาน Power of The O-ring .....            | 31   |

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ความคาดหวังของผู้ใช้น้ำที่มีต่อการประปานครหลวงส่วนหนึ่ง คือ เมื่อเปิดก๊อกน้ำแล้วน้ำต้องไหล คุณภาพต้องอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ดังนั้น การซ่อมท่อประปาจำเป็นต้องเร่งดำเนินการซ่อมแซมให้สามารถส่งน้ำได้โดยใช้เวลาน้อยที่สุด ซึ่งท่อที่การประปานครหลวงใช้ส่งจ่ายน้ำมีอยู่หลายชนิด การเลือกใช้ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขแวดล้อมของพื้นที่นั้นๆ

ท่อโพลีเอทิลีน (HIGH DENSITY POLYETHYLENE , HDPE) หรือนิยมเรียกสั้นๆ ว่าท่อพีอี เป็นท่อชนิดหนึ่งที่มีการประปานครหลวงเริ่มนำมาใช้วางท่อเพื่อส่งจ่ายน้ำ ด้วยการติดตั้งทำได้ง่าย มีความยืดหยุ่น ยังผลต่อการรับแรงดึงและแรงอัดได้ดีกว่าท่อเหล็กและท่อพีวีซี แต่ข้อเสีย คือ เมื่อมีการแตกชำรุด การซ่อมแซมจะยุ่งยากกว่าท่อชนิดอื่นๆ เพราะต้องใช้เครื่องเชื่อมสำหรับท่อพีอีเท่านั้น ซึ่งมีข้อจำกัดในเรื่องพื้นที่ต้องใช้พื้นที่กว้างมากพอที่จะโน้มท่อมาเชื่อมให้ได้ในขณะที่ความยาวท่อมีจำกัด ส่งผลต่อค่าใช้จ่ายที่จะต้องจ้างผู้รับจ้างที่มีความชำนาญโดยเฉพาะ และกระทบต่อระยะเวลาที่ส่งจ่ายน้ำ ถึงแม้จะมีบริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์ที่ใช้ในการซ่อมแซมท่อ คือ Repair Clamp ก็ยังไม่สามารถใช้งานได้ในระดับที่น่าพอใจ เนื่องจากการเป็นการซ่อมแซมชั่วคราวเพื่อลดการรั่วซึมของน้ำก่อนนำเครื่องเชื่อมเข้าดำเนินการแก้ไข

จึงเป็นที่น่าสนใจในการที่จะคิดค้นและพัฒนาอุปกรณ์ซ่อมท่อพีอีให้เกิดความคงทน มีความยืดหยุ่นสูง ใช้งานง่าย ลดขั้นตอนที่ยุ่งยากจากการใช้เครื่องเชื่อม แก้ไขข้อจำกัดในเรื่องของพื้นที่สามารถซ่อมได้โดยกองงานซ่อมท่อของบริษัทหรือห้างร้านที่ทำสัญญาจ้างกับการประปานครหลวง โดยคิดค้นแหวนดัดแปลงที่สามารถเชื่อมต่อระหว่างท่อพีอีกับท่อพีวีซี ท่อเหล็ก หรือว่าท่อพีอีได้ เพื่อเตรียมความพร้อมในการรองรับกับการใช้ท่อพีอีที่คาดว่าจะเพิ่มขึ้นในอนาคตอันใกล้

จากคุณสมบัติที่ต่อท่อได้หลากหลายชนิดดังที่กล่าวมาข้างต้น ผู้ปฏิบัติงานสามารถที่จะพกแหวนแค่ 2 ชุด ก็สามารถซ่อมได้ทั้งท่อเหล็กเหนียว ท่อพีวีซี และท่อพีอี ซึ่งอาจจะเรียกแหวนดัดแปลงชุดนี้ว่า “แหวนเทวดา”

## 1.2 วัตถุประสงค์

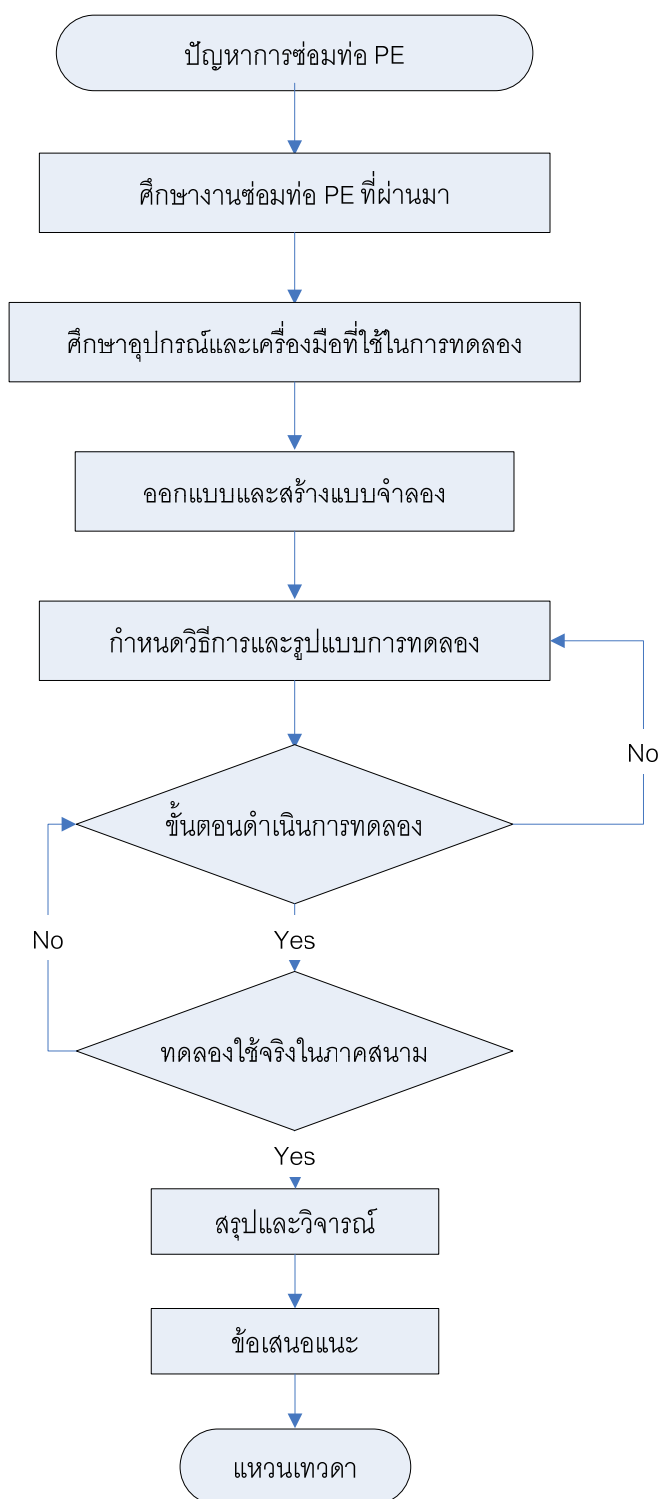
จุดมุ่งหมายหลักในการจัดทำโครงการนี้คือ การคิดค้นอุปกรณ์ชนิดใหม่ขึ้นมาเพื่อลดความยุ่งยากในการซ่อมท่อพีอีที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น โดยแยกเป็นวัตถุประสงค์ที่สำคัญ คือ

1. เพื่อพัฒนาอุปกรณ์ซ่อมท่อพีอีให้สามารถใช้งานได้ง่าย มีความคงทน โดยไม่ต้องใช้เครื่องมือสำหรับท่อพีอี
2. เพื่อลดขั้นตอนการจัดหาผู้รับจ้างที่มีความชำนาญโดยเฉพาะและมีค่าใช้จ่ายสูง
3. เพื่อก่อให้เกิดอุปกรณ์ซ่อมท่อชนิดใหม่ที่เป็นแบบเฉพาะของการประปานครหลวง ซึ่งเป็นองค์กรที่เกี่ยวข้องกับงานท่อส่งน้ำเป็นหลัก
4. เสริมสร้างประสบการณ์และแลกเปลี่ยนความรู้ในงานซ่อมท่อ เพื่อเพิ่มทักษะในการซ่อมท่อของบุคคลากร

## 1.3 ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ก่อให้เกิดทางเลือกที่เพิ่มขึ้นในการซ่อมท่อโพลีเอทิลีน
2. ลดขั้นตอนการจัดจ้างที่เข้าซ่อมในงานจ้างซ่อมท่อ เนื่องจากไม่จำเป็นต้องอาศัยผู้รับจ้างที่มีความชำนาญโดยเฉพาะ ซึ่งสามารถซ่อมได้โดยกองงานในสัญญาจ้างซ่อมท่อของแต่ละสำนักงานประปาสาขาต่างๆ
3. เพิ่มโอกาสในการขายน้ำ เนื่องจากความรวดเร็วในการซ่อมท่อ
4. สร้างภาพลักษณ์ที่ดีขององค์กร จากการคิดค้นและพัฒนาอุปกรณ์ชนิดใหม่ขึ้นมาใช้เองอย่างเหมาะสม โดยไม่จำเป็นต้องสั่งซื้อจากภายนอก
5. เพิ่มทักษะในการซ่อมท่อ และสร้างการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้จากรุ่นสู่รุ่น ทั้งพนักงาน และลูกจ้าง

#### 1.4 ขั้นตอนการดำเนินการและระยะเวลาที่ใช้



รูป 1-1 ขั้นตอนการดำเนินการ

ตาราง 1-1 แผนปฏิบัติงาน

| กิจกรรม/แนวทางการดำเนินงาน                           | ระยะเวลา (เดือน) |   |   |          |   |   |         |   |   |
|------------------------------------------------------|------------------|---|---|----------|---|---|---------|---|---|
|                                                      | พ.ค.-55          |   |   | มิ.ย.-55 |   |   | ก.ค.-55 |   |   |
| 1. รวบรวมวิธีการซ่อมท่อพีอีที่ผ่านมา                 | ■                | ■ |   |          |   |   |         |   |   |
| 2. ศึกษาอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง |                  | ■ | ■ |          |   |   |         |   |   |
| 3. สร้างแบบจำลองและออกแบบการทดลอง                    |                  |   | ■ | ■        |   |   |         |   |   |
| 4. ทำการทดลอง                                        |                  |   |   |          | ■ | ■ |         |   |   |
| 5. ปรับปรุงการทดลอง รวมทั้งเครื่องมือ                |                  |   |   |          | ■ | ■ | ■       |   |   |
| 6. ทดลองใช้จริงในภาคสนาม                             |                  |   |   |          |   | ■ | ■       |   |   |
| 7. สรุปผลการทดลอง วิเคราะห์ผล และให้ข้อเสนอแนะ       |                  |   |   |          |   |   | ■       | ■ |   |
| 8. จัดทำเล่มรายงาน                                   |                  |   |   |          |   |   |         | ■ | ■ |

## บทที่ 2

### แนวทางในการดำเนินการและหลักการ

#### 2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับท่อโพลีเอทิลีน (HIGH DENSITY POLYETHYLENE , HDPE)

ท่อโพลีเอทิลีน หรือที่นิยมเรียกว่า ท่อพีอี (PE) เริ่มใช้กันตั้งแต่ปี ค.ศ. 1930 ในอุตสาหกรรมก๊าซธรรมชาติและใช้เคลือบสายไฟ เป็นวัสดุชนิดความหนาแน่นสูง (ไม่น้อยกว่า  $950 \text{ Kg/m}^3$ ) ผลิตจากวัสดุโพลีเอทิลีน ซึ่งเป็นวัสดุพลาสติกเชิงวิศวกรรมที่นอกจากให้คุณสมบัติทางฟิสิกส์และเคมีที่ดีแล้ว ยังปราศจากสารพิษ ปลอดภัยสำหรับใช้เป็นท่อส่งน้ำเพื่ออุปโภค-บริโภค มีความสะอาดสูงระดับ Food grade สำหรับประเทศไทยในปัจจุบัน ทางสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรมได้ประกาศ มาตรฐานท่อพีอีสำหรับน้ำดื่ม มอก. 982-2548 โดยมีผลบังคับใช้อย่างเป็นทางการ เมื่อวันที่ 19 มิถุนายน 2549

ปัจจุบันในการวางท่อประปาจะแบ่งชั้นคุณภาพของท่อพีอี ได้เป็น 3 ประเภท คือ

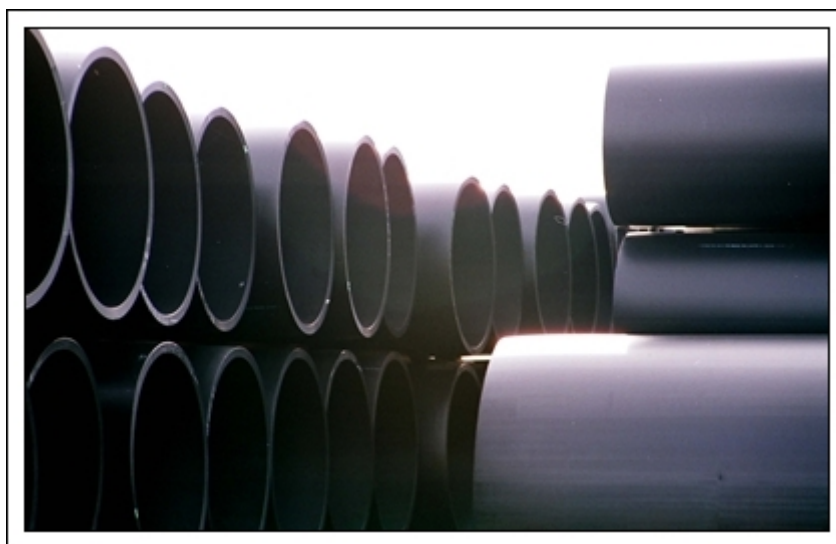
1. ชั้นคุณภาพที่ 1 โพลีเอทิลีน (PE 63) ไม่นิยมใช้ คุณภาพต่ำ
2. ชั้นคุณภาพที่ 2 โพลีเอทิลีน (PE 80) นิยมใช้ คุณภาพปานกลาง
3. ชั้นคุณภาพที่ 3 โพลีเอทิลีน (PE 100) นิยมใช้ คุณภาพดีสุด

ซึ่งความหมายของชั้นคุณภาพจะบ่งบอกถึงค่าความแข็งแรงขั้นต่ำของวัสดุ (Minimum Required Strength, MRS) หรือค่าความเค้นตามแนวเส้นรอบวงสูงสุด (Hoop Stress) ตามมาตรฐาน ISO 9080 เช่น ท่อพีอี 100 (PE 100) หมายถึง ท่อพีอีที่สามารถทนต่อแรงเค้นตามแนวเส้นรอบวง (Hoop Stress) 10 MPa ที่อายุการใช้งาน 50 ปี ภายใต้อุณหภูมิ  $20^\circ\text{C}$  เป็นต้น

คุณลักษณะเด่นของท่อพีอีสำหรับใช้เป็นท่อส่งน้ำเพื่ออุปโภค-บริโภค มีดังนี้

1. ไม่เป็นสนิม ไม่เกิดตะกอน ทนต่อการกัดกร่อนจากสารเคมี ตัวอย่างสารเคมีที่ท่อพีอีทนได้ดี เช่น กรดอะซิติก, กรดคาร์บอนิก, กรดไขมัน, เมทิลแอลกอฮอล์, สารส้ม, โซดาไฟ, แมกนีเซียมคลอไรด์, ซัลฟูริกคลอไรด์, น้ำอ้อย, น้ำมัน (ดิบ), บิวเทน และ ไบโอก๊าซ เป็นต้น
2. การติดตั้งทำได้ง่ายโดยการเชื่อมด้วยความร้อน
3. เลือกใช้ได้ตามแรงดันที่ต้องการเนื่องจากทนแรงดันได้ถึง 25 บาร์
4. มีความยืดหยุ่นสูง โดยสามารถใช้รัศมีการโค้งในการติดตั้งไม่น้อยกว่า 50 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ แทนการใช้ข้อต่อข้องอ

5. มีน้ำหนักเบา ขนส่งได้สะดวก
6. อายุการใช้งานยาวนานถึง 50 ปี



รูป 2-1 ท่อโพลีเอทิลีน (PE)

## 2.2 การเชื่อมต่อและติดตั้งท่อพีอี

การต่อเชื่อมและการติดตั้งท่อเข้าด้วยกัน ถือว่าเป็นส่วนสำคัญยิ่งในการวางระบบงาน โดยทั่วไปนิยมเชื่อมต่อท่อเข้าด้วยกันอยู่ 2 วิธี คือ

1. การเชื่อมต่อโดยใช้ความร้อน มีหลายวิธี ดังนี้

- การเชื่อมแบบต่อชน (Butt Fusion Welding) ใช้กับท่อขนาดตั้งแต่ 63 มม. ขึ้นไป เป็นวิธีที่ง่ายและนิยมใช้มากที่สุด

- การต่อท่อโดยใช้ลมร้อน (Hot Gas Welding) เป็นการต่อโดยใช้เครื่องมือพิเศษที่เป่าลมร้อน ทำให้เนื้อท่อละลายประสานติดกัน

- การต่อท่อโดยใช้ไฟฟ้า (Electro Fusion) เป็นการต่อท่อเข้าด้วยกันแบบสวมชนิดพิเศษที่มีขดลวดเป็นตัวนำความร้อนฝังในเนื้อท่อ

- การเชื่อมโดยใช้ข้อต่อแบบสวม (Socket Fusion) ใช้กับท่อขนาด 16-63 มม.

2. การเชื่อมต่อโดยใช้แรงทางกล

- การต่อท่อโดยใช้ข้อต่อแบบ Compression เป็นข้อต่อคล้ายกับข้อต่อยูเนียนของท่อพีวีซี คือ มีเกลียวอยู่บนข้อต่อสำหรับหมุนให้ข้อต่อกับท่อยึดติดกัน การต่อแบบนี้ทำให้สะดวกและรวดเร็วและใช้ในการซ่อมแซมท่อได้ดี โดยทั่วไปข้อต่อแบบนี้มีขนาดตั้งแต่ 16-110 มม.

- การต่อโดยใช้ข้อต่อแบบหน้าจาน (Stub End) เป็นการต่อโดยใช้สกรูยึดระหว่างหน้าจาน (Backing Ring) ข้อต่อชนิดนี้เหมาะสำหรับงานต่อท่อพื้กับท่อเหล็ก และอุปกรณ์ที่มีหน้าจาน เช่น เครื่องสูบน้ำ มาตรวัดน้ำ วาล์ว เป็นต้น

- การต่อท่อโดยใช้ข้อต่อแบบสอดเข้า (Push in Fitting) เป็นการต่อที่รับแรงดันต่ำ โดยใช้ข้อต่อแบบสอดเข้าในท่อ

จากที่กล่าวมาข้างต้น การต่อท่อที่เป็นที่นิยมและเชื่อถือได้มากที่สุดคือ การต่อเชื่อมท่อแบบใช้ความร้อนหลักการคือ การทำให้เกิดความร้อนที่ปลายท่อทั้งสองด้าน และทำให้ท่อละลายติดกันโดยการใช้แรงดันที่เหมาะสม คุณภาพของรอยเชื่อมนั้นจะขึ้นอยู่กับเครื่องเชื่อมท่อที่ใช้ องค์ประกอบของการเชื่อมที่เหมาะสม และช่างเชื่อมที่มีประสบการณ์

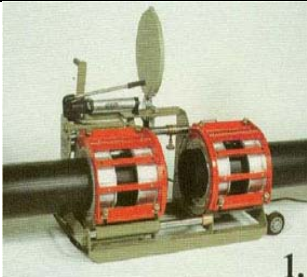
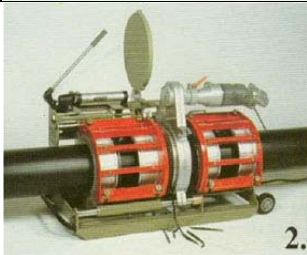
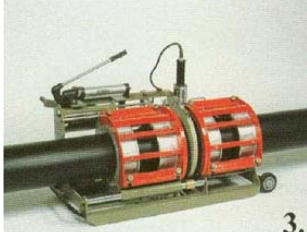
ในที่นี้จะกล่าวถึงการเชื่อมแบบต่อชน (Butt Fusion Welding) เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่ายและนิยมใช้กันมากที่สุด โดยมีเครื่องมือที่ใช้งานดังรูป 2-2 ส่วนขั้นตอนในการทำงานแสดงดังตาราง 2-1



รูป 2-2 เครื่องมือเชื่อมท่อโพลีเอทิลีน (PE) [ที่มา : Wiik & Hoeglund Public Company Limited]



ตาราง 2-1 ขั้นตอนการเชื่อมท่อวิธีเชื่อมแบบต่อชน (Butt Fusion Welding) [ที่มา : Wiik & Hoeglund Public Company Limited]

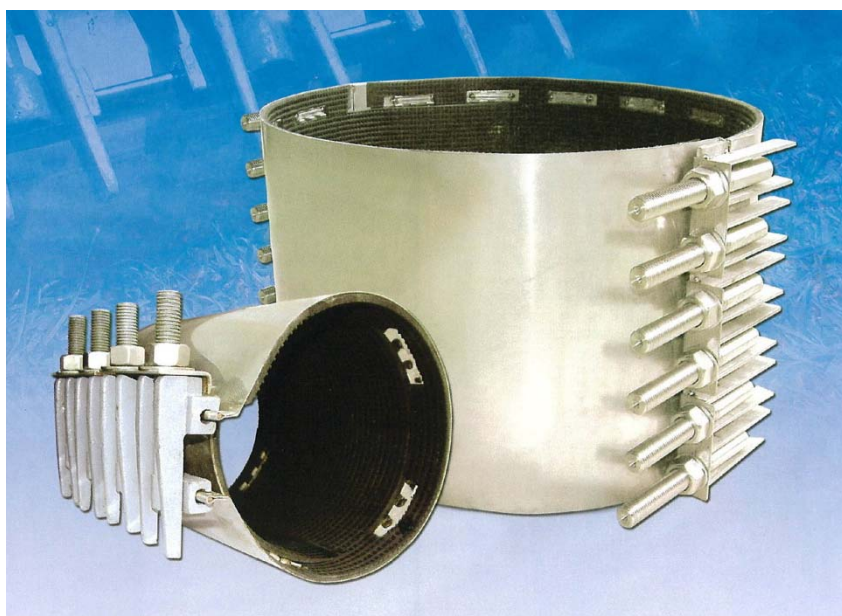
| ขั้นตอนการเชื่อม                                                                              | คำอธิบาย                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>1.</p>   | <p>1) เลือกใช้ประกับที่เหมาะสมกับท่อพีอีที่จะเชื่อม ขึ้นน็อตยึดแคลมป์ให้แน่น ปลายท่อพีอี ควรเหลื่อมกันไม่เกิน 10% ของความหนาท่อ ควรใช้โรลเลอร์เพื่อลดแรงพาท่อ</p>                                     |
|  <p>2.</p>   | <p>2) ใส่ตัวปาดหน้าท่อพีอี ขณะปาดหน้าท่อควรค่อยๆ เพิ่มแรงดัน ปาดหน้าท่อจนกว่าปลายท่อจะเรียงตั้งฉากกับแกนท่อ สังเกตจากเศษที่ปาดออกมาจะเรียบเป็นวงเสมอกัน</p>                                           |
|  <p>3.</p>  | <p>3) ใส่แผ่นความร้อน เพิ่มแรงดันตามระยะเวลาที่พารามิเตอร์กำหนด</p>                                                                                                                                   |
|  <p>4.</p> | <p>4) เมื่อหลอมปลายท่อพีอี จนได้ตะเข็บกว้างตามที่ต้องการ ให้ปลดแรงดันหลอม โดยใช้แรงดันและระยะเวลาตามที่พารามิเตอร์กำหนด</p>                                                                           |
|  <p>5.</p> | <p>5) เลื่อนปลายท่อพีอี ออกจากแผ่นความร้อน และยกแผ่นความร้อนออก ระวังอย่าให้แผ่นความร้อนสัมผัสกับสายไฟฟ้าหรือผิวท่อ เลื่อนปลายท่อที่หลอมละลายแล้วให้ชนกัน ทิ้งให้เย็นตามแรงดันและระยะเวลาที่กำหนด</p> |
|  <p>6.</p> | <p>6) เมื่อเชื่อมท่อพีอี เสร็จสิ้นให้ถอดแคลมป์และประกับออก ระวังอย่าเคลื่อนย้ายหรือทดสอบแรงดันน้ำก่อนที่ท่อจะเย็นตัวลงอย่างสมบูรณ์ ภายใต้อุณหภูมิอากาศ อย่ารดน้ำเพื่อให้ท่อเย็นตัวเร็วขึ้น</p>        |

## 2.3 การซ่อมท่อพีอี

ดังเป็นที่ทราบกันดีว่าของทุกสิ่งไม่มีอะไรคงทนถาวรย่อมมีการเสื่อมสภาพไปตามเวลา ถึงแม้ท่อพีอีจะมีความยืดหยุ่นที่ดี คงทนต่อการกัดกร่อนจากสารเคมีได้หลากหลายชนิด แต่ไม่อาจหลีกเลี่ยงต่อการแตกชำรุดเสียหายได้ ไม่ว่าจะถูกแรงกระทำให้เสียหายหรือว่าเสื่อมสภาพไปตามเวลา ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขแวดล้อมของพื้นที่นั้นๆ ซึ่งการแตกชำรุดมักจะเกิดจากการแตกร้าวบริเวณตะเข็บรอยเชื่อมต่อระหว่างท่อ โดยทั่วไปของงานซ่อมท่อชนิดนี้นิยมใช้อยู่ 2 วิธี คือ

1. การซ่อมด้วยวิธีการเชื่อม ต้องใช้เครื่องเชื่อมสำหรับท่อพีอีโดยเฉพาะ มีข้อจำกัดในเรื่องพื้นที่ต้องใช้พื้นที่กว้างมากพอที่จะโน้มท่อมาเชื่อมให้ได้ในขณะที่ความยาวท่อมีจำกัด ส่งผลต่อค่าใช้จ่ายที่จะต้องจ้างผู้รับจ้างที่มีความชำนาญโดยเฉพาะ

2. การซ่อมโดยใช้ Repair Clamp ทำด้วยสแตนเลส รูปร่างทรงกระบอก 2 ส่วนประกบกัน ด้านในติดด้วยยางเพื่อลดการซึมของน้ำ ดังรูป 2-3 เป็นการซ่อมชั่วคราวเมื่ออยู่ในสถานการณ์ฉุกเฉิน เช่น ท่อแตกรั่วทำให้น้ำท่วมผิวจราจรทำให้การสัญจรไม่สะดวก เป็นต้น เพื่อลดการรั่วซึมของน้ำเบื้องต้นก่อนดำเนินการซ่อมด้วยเครื่องเชื่อมต่อไป



รูป 2-3 Repair Clamp สำหรับซ่อมท่อพีอี

สำหรับขั้นตอนการซ่อมท่อพีอีด้วย Repair Clamp จะขอยกกรณีตัวอย่างโครงการชลประทานระบบท่อส่งน้ำบ้านกุดแคน ตั้งอยู่ที่บ้านกุดแคน ต.โนนทอง อ.หนองเรือ จ.ขอนแก่น ซึ่งท่อส่งน้ำขนาด Ø 355 มม. แตกเสียหาย และซ่อมโดยใช้ Repair Clamp สรุปขั้นตอนการซ่อมดังตาราง 2-2

ตาราง 2-2 สรุปขั้นตอนการซ่อมท่อพีอีด้วย Repair Clamp โครงการชลประทานระบบท่อส่งน้ำบ้านกุดแคน

| ขั้นตอนการซ่อมท่อ                                                                   | คำอธิบาย                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <p>1) ขุดเปิดหลุมงานเพื่อหาจุดรั่ว</p>                                                                                                                                                                                                                                                    |
|    | <p>2) เมื่อเจอจุดรั่วทำการสูบน้ำที่ซึ่งอยู่ในบ่อขุดออก จากนั้น แต่งบริเวณปลายท่อที่ขาดออกจากกัน โดยใช้ส่วสัดบริเวณที่เป็นตะเข็บรอยเชื่อมออก</p>                                                                                                                                           |
|   | <p>3) เนื่องจากท่อที่ขาดออกจากกันไม่ได้อยู่ในแนวเส้นตรง ดังนั้น จึงต้องมีการหนุน/ค้ำยันท่อเพื่อให้ท่ออยู่ในแนวตรงและระดับเดียวกัน</p>                                                                                                                                                     |
|  | <p>4) ทำความสะอาดผิวท่อให้เรียบร้อย ใช้กระดาษทรายไล้บริเวณผิวปลายท่อทั้งสองเพื่อลบรอยขูดขีดออกและทำให้ผิวท่อเรียบ จากนั้น ใช้ Repair Clamp ที่เตรียมไว้ ประกอบเข้ากับท่อที่ขาดออกจากกัน โดยให้รอยต่ออยู่บริเวณตรงกลางของชุด Repair Clamp จากนั้นขันน็อตที่ประกอบมากับชุด Repair Clamp</p> |
|  | <p>5) ภายหลังการซ่อมแซมแล้วเสร็จ ได้ทำการทดลองสูบน้ำผ่านท่อเพื่อตรวจสอบการรั่วซึม ซึ่งไม่พบการรั่วซึมของน้ำ</p>                                                                                                                                                                           |



## 2.4 หลักการและเหตุผล

จากความยุ่งยากในการซ่อมท่อพีอีด้วยวิธีการเชื่อม ส่วนการซ่อมโดยใช้ Repair Clamp ก็เป็นการซ่อมชั่วคราวสามารถอยู่ได้ 1-2 ปีเท่านั้น จึงเป็นที่น่าสนใจว่าจะหาวิธีการซ่อมท่อพีอีอย่างไรให้เกิดความคงทน มีความยืดหยุ่นสูง ใช้งานง่าย ลดขั้นตอนที่ยุ่งยากจากการใช้เครื่องเชื่อม แก้ไขข้อจำกัดในเรื่องของพื้นที่ แต่ว่าสามารถซ่อมโดยกองงานซ่อมท่อของการประปานครหลวงหรือว่ากองงานซ่อมท่อของบริษัทหรือห้างร้านที่ทำสัญญาจ้างกับการประปานครหลวง

ซึ่งงานซ่อมท่อจ่ายน้ำทั่วไป (ขนาด Ø 100-300 มม.) ของสำนักงานประปาสาขาต่างๆ หากเป็นท่อพีวีซีแตกรั่วจะตัดท่อช่วงที่ชำรุดออก จากนั้นใช้ข้อต่อยิบโบลท์เชื่อมต่อท่อใหม่ทดแทนท่อที่แตกเสียหายเข้าด้วยกัน ดังรูป 2-4 ก) และ ข) หากเป็นท่อเหล็กเหนียวจะซ่อมโดยวิธีการเชื่อม หรือซ่อมโดยใช้ Flexible Coupling ต่อท่อเข้าด้วยกัน จึงเป็นที่มาของแนวความคิดที่จะคิดค้นข้อต่อหรือแหวนดัดแปลงขึ้นมาเพื่อใช้ในการซ่อมท่อพีอี โดยอาศัยคุณสมบัติของข้อต่อยิบโบลท์และ Flexible Coupling เพื่อใช้ในการเชื่อมต่อท่อพีอีเข้าด้วยกัน และสามารถต่อท่อพีอีกับท่อพีวีซีหรือว่าท่อพีอีกับท่อเหล็กเหนียวได้ ซึ่งครอบคลุมงานซ่อมท่อได้หลากหลายชนิด จนเป็นที่มาของแหวนเทวดา



ก) ตัดท่อพีวีซีที่แตกรั่วออก



ข) ประกอบท่อใหม่เข้ากับท่อเดิมด้วยข้อต่ออีโบลท์

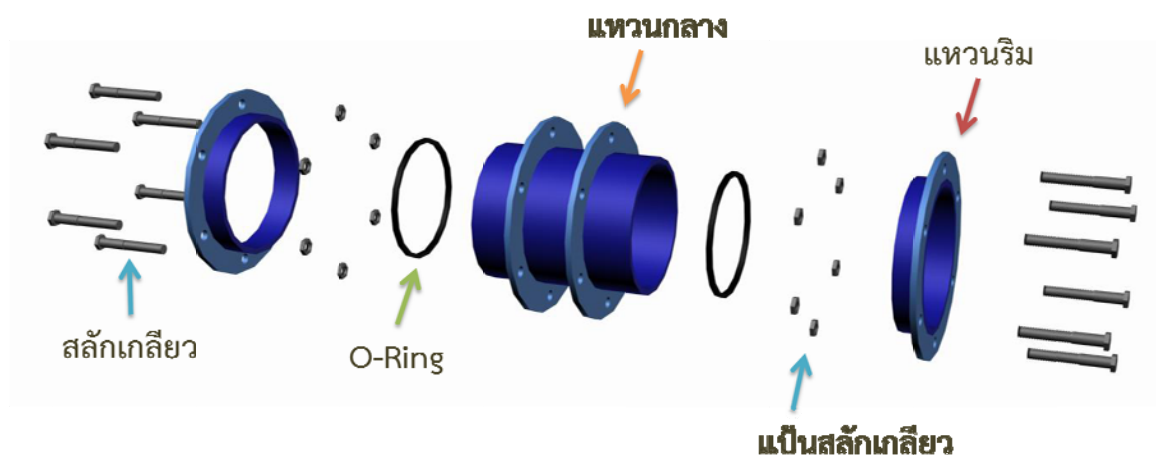
รูป 2-4 การซ่อมท่อพีวีซี



รูป 2-5 Flexible Coupling เชื่อมต่อท่อเหล็กเหนียว

## 2.5 รูปแบบแหวนเทวดา

ดังที่กล่าวไว้ในข้อ 2.4 ถึงแนวคิดในการออกแบบแหวนเทวดาเพื่อใช้ในการซ่อมท่อพีวีซี โดยใช้หลักการเดียวกับข้อต่ออีโบลท์และ Flexible Coupling ในงานซ่อมท่อพีวีซี และท่อเหล็กเหนียว ตามลำดับ โดยรูปแบบของแหวนเทวดาจะถูกออกแบบให้มีส่วนประกอบด้วย แหวนกลาง 1 วง แหวนริม จำนวน 2 วง มียางโอริง (O-Ring) 2 เส้น อยู่ระหว่างแหวนกลางและแหวนริมด้านละเส้น มีสลักเกลียวและแป้นรวมทั้งหมด 12 ตัว เพื่อยึดแหวนริมและแหวนกลางเข้าด้วยกัน ดังแสดงในรูป 2-6



รูป 2-6 ส่วนประกอบของแหวนเทวดา



รูป 2-7 แหวนเทวดา



## บทที่ 3

### การทดลองและผลการทดลอง

เพื่อให้แหวนเทวดาที่ออกแบบสร้างขึ้นมาสามารถใช้งานได้ จึงจำเป็นที่จะต้องดำเนินการทดลองโดยอาศัยแบบจำลองทางกายภาพ เพื่อจำลองการเชื่อมต่อท่อเข้าด้วยกันภายใต้แรงดันน้ำที่กำหนด จากนั้นเมื่อได้ผลการทดลองในระดับที่น่าพอใจจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องนำแหวนเทวดาไปติดตั้งใช้จริงในงานภาคสนาม

#### 3.1 ขอบเขตการทดลอง

ใช้แบบจำลองทางกายภาพเพื่อจำลองและทดสอบถึงความสามารถในการเชื่อมต่อได้ระหว่างท่อพีอีกับท่อพีวีซี และท่อพีอีกับท่อเหล็กเหนียว โดยแบบจำลองที่ใช้ได้ออกแบบสร้างและดำเนินการทดลอง ณ สำนักงานประปาสาขาตากสิน มีลักษณะการทดลองดังรูป 3-1 และมีขอบเขตการทดลอง ดังนี้

- 1) การทดลองครั้งนี้กำหนดให้ใช้ท่อพีอีขนาด  $\varnothing$  225 มม. ท่อพีวีซีขนาด  $\varnothing$  200 มม. และท่อเหล็กเหนียวขนาด  $\varnothing$  200 มม. เพื่อเชื่อมต่อกัน
- 2) ใช้แหวนเทวดาขนาด  $\varnothing$  225 มม. เป็นข้อต่อเชื่อมระหว่างท่อพีอีกับท่อพีวีซี และท่อพีอีกับท่อเหล็กเหนียว
- 3) ทดลองอัดแรงดันน้ำที่ 6 บาร์ และปล่อยไว้ 2 ชั่วโมง ตามมาตรฐานการทดสอบแรงดันน้ำในเส้นท่อของงานวางท่อการประปานครหลวง เพื่อทดสอบความสามารถในการเชื่อมต่อของแหวนเทวดา
- 4) เมื่อทดลองแล้วเสร็จจะดำเนินการนำไปใช้ซ่อมท่อเหล็กเหนียวข้ามคลองรางแก้ว ถ. พระรามที่ 2 ต่อไป



รูป 3-1 รูปแบบการทดลอง

### 3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

- 1) แหวนเทวดาจำนวน 2 ชุด เพื่อใช้เชื่อมต่อท่อพีอีกับท่อพีวีซีด้านหนึ่ง และเชื่อมต่อท่อพีอีกับท่อเหล็กเหนียวอีกด้านหนึ่ง
- 2) ท่อพีอีขนาด  $\varnothing$  225 มม. 1 ท่อน ความยาวประมาณ 1.0 ม.
- 3) ท่อพีวีซีขนาด  $\varnothing$  200 มม. 1 ท่อน ความยาวประมาณ 1.0 ม.
- 4) ท่อเหล็กเหนียวขนาด  $\varnothing$  200 มม. 1 ท่อน ความยาวประมาณ 2.0 ม. โดยปลายอีกด้านเชื่อมต่อติดด้วยหน้าจานตาดี  $\varnothing$  200 มม.
- 5) ท่อส้นหน้าจาน 1 ด้าน ขนาด  $\varnothing$  200 มม. 1 ตัว
- 6) เกจวัดแรงดันน้ำ (pressure gage) 1 ชุด
- 7) เครื่องอัดน้ำเพื่อเพิ่มแรงดันน้ำในเส้นท่อ 1 เครื่อง
- 8) หน้าจานตาบอดขนาด  $\varnothing$  200 มม. จำนวน 2 แผ่น

### 3.3 ขั้นตอนการทดลอง

- 1) ประกอบท่อส้นหน้าจาน 1 ด้าน กับหน้าจานตาบอด และต่อท่อพีวีซีด้านที่มีปากกระบังเข้ากับท่อส้น
- 2) นำท่อพีอีต่อเข้ากับท่อพีวีซีโดยใช้แหวนเทวดา และใช้แหวนเทวดาอีก 1 ชุด ต่อท่อพีอีกับท่อเหล็กเหนียว จากนั้นขันน็อตให้แน่น
- 3) ติดตั้ง pressure gage ในตำแหน่งที่กำหนด
- 4) ติดตั้งเครื่องอัดน้ำเพื่อเพิ่มแรงดันในเส้นท่อ
- 5) เมื่อประกอบท่อแล้วเสร็จและค้ำยันที่ปลายท่อทั้ง 2 ด้านให้มั่นคงแล้ว จากนั้นจะปล่อยน้ำเข้าสู่เส้นท่อ เมื่อน้ำเต็มจะอัดแรงดันน้ำด้วยเครื่องอัดน้ำให้ได้แรงดันที่ 6 บาร์ และปล่อยทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง
- 6) เมื่อครบ 2 ชั่วโมง ตรวจสอบการรั่วซึมตามรอยต่อต่างๆ หากไม่พบเป็นอันสิ้นสุดการทดลอง





รูป 3-2 สรุปขั้นตอนการประกอบท่อ





รูป 3-3 สรุปขั้นตอนการปล่อยน้ำเข้าสู่เส้นท่อและทดสอบแรงดันน้ำ 6 บาร์

### 3.4 ผลการทดลอง

จากการทดลองเชื่อมต่อท่อพีอีกับท่อพีวีซี และท่อพีอีกับท่อเหล็กเหนียวโดยใช้แหวนเทวดา ภายใต้แรงดันน้ำ 6 บาร์ ในเวลา 2 ชั่วโมง ไม่พบการรั่วซึมของน้ำตามจุดต่อต่างๆ จึงทำให้มั่นใจได้ระดับหนึ่งว่าแหวนเทวดาสามารถใช้ในการเชื่อมต่อท่อทั้ง 3 ชนิดได้

อย่างไรก็ตามมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องนำแหวนเทวดาไปทดลองใช้ในงานซ่อมท่อที่เกิดขึ้นจริง เพื่อยืนยันถึงความสามารถในการใช้งานได้ โดยได้พิจารณาเลือกจุดงานบริเวณสะพานข้ามคลองรางแก้ว ถนนพระรามที่ 2 ฝั่งขาออก เป็นกรณีตัวอย่างของการใช้แหวนเทวดาในงานซ่อมท่อ ดังที่จะกล่าวในหัวข้อถัดไป

### 3.5 กรณีตัวอย่าง

บริเวณสะพานข้ามคลองต่างๆ มักมีความเสี่ยงสูงในการหลุดตัวของโครงสร้างบริเวณคอสะพาน ซึ่งเป็นสาเหตุหลักของการแตกรั่วของท่อประปาที่วางข้ามคลอง

คลองรางแก้วเป็นลำคลองหนึ่งในอีกหลายคลองที่ไหลลอดผ่านถนนพระรามที่ 2 ที่มีโครงสร้างท่อประปาวางข้ามคลองคูขนนกับกับแนวถนน ดังรูป 3-4 และได้รับแจ้งว่ามีการแตกรั่วของท่อข้ามคลองเป็นท่อเหล็กเหนียวขนาด  $\varnothing$  300 มม. มีสาเหตุจากการหลุดตัวของบริเวณคอสะพาน ดังรูป 3-5 ดำเนินการซ่อมชั่วคราวระหว่างรอซ่อมด้วยวิธีการเชื่อมต่อโดยใช้ repair clamp รัตรอบจุดรั่วเพื่อหยุดการรั่วไหลของน้ำ ซึ่งการซ่อมด้วยวิธีการเชื่อมจะต้องปิดน้ำให้สนิทก่อนจะใช้เครื่องเชื่อมตัดท่อออกจากกัน และค่อยเชื่อมต่อท่อใหม่เข้าด้วยกัน โดยต้องปิดน้ำเป็นเวลานานเพื่อดำเนินการซ่อมด้วยวิธีดังกล่าว

จึงได้เลือกพื้นที่แตกรั่วบริเวณสะพานข้ามคลองรางแก้ว ถนนพระรามที่ 2 ฝั่งขาออก เป็นกรณีตัวอย่างของการซ่อมท่อโดยใช้แหวนเทวดา ซึ่งได้ใช้แหวนเทวดาขนาด  $\varnothing$  325 มม. จำนวน 2 ชุด บรรจบท่อเหล็กเหนียวขนาด  $\varnothing$  300 มม. เข้ากับท่อพีอีขนาด  $\varnothing$  315 มม. ดังแสดงขั้นตอนการซ่อมท่อ ดังรูป 3-6 ถึง 3-xx









รูป 3-6 ท่อเหล็กเหนียวแตกรั่วจากการทรุดตัวบริเวณคอสะพาน



รูป 3-7 ตัดท่อส่วนที่แตกรั่วออกเพื่อบรรจบท่อพีอีทดแทน





รูป 3-8 เมื่อตัดท่อเสร็จวัดความยาวท่อในส่วนที่จะต้องบรรจุบใหม่



รูป 3-9 ตัดท่อฟีดตามที่วัดได้เพื่อใช้บรรจุบ่อทดแทนส่วนที่ตัดออกไป





รูป 3-10 ใส่แหวนริมและยาง O-ring เข้ากับท่อเหล็กเหนียว



รูป 3-11 ใส่แหวนริมและยาง O-ring เข้ากับท่อพีอีก่อนนำไปประกอบในหลุมงาน





รูป 3-12 บรรจบท่อพีอีกับท่อเหล็กเหนียวโดยใช้แหวนเทวดา



รูป 3-13 ชันน็อตแหวนเทวดาให้แน่น





รูป 3-14 เสร็จสิ้นขั้นตอนการเชื่อมต่อโดยใช้แหวนเทวดา

## บทที่ 4

### สรุปผลและข้อเสนอแนะ

#### 4.1 สรุปผล

การจัดการความรู้ครั้งนี้เป็นการคิดค้นและพัฒนาอุปกรณ์ที่ใช้ซ่อมท่อพีอีขึ้นมาผ่านการทดลองก่อนที่จะนำไปใช้จริง เมื่อทดลองจนได้ผลเป็นที่ยอมรับ จึงเลือกพื้นที่เพื่อใช้เป็นกรณีตัวอย่างในการนำแหวนเทวดาไปใช้งานซ่อมท่อที่เกิดขึ้นจริงดังที่กล่าวไว้ในหัวข้อ 3.5 จากการดำเนินการทั้งหมดสามารถสรุปผลโดยแยกเป็นประเด็นตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งขึ้นดังนี้

##### 4.1.1 เพื่อพัฒนาอุปกรณ์ซ่อมท่อพีอีให้สามารถใช้งานได้ง่าย

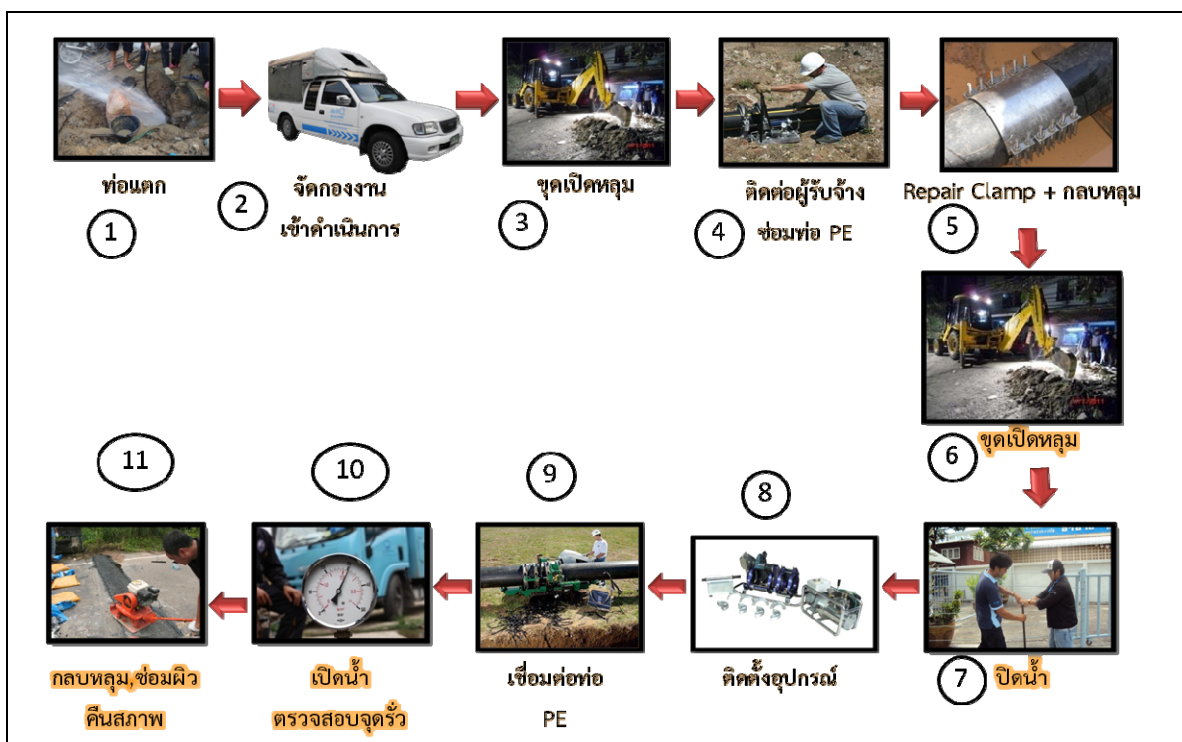
จากแนวความคิดที่จะคิดค้นข้อต่อหรือแหวนดัดแปลงขึ้นมาเพื่อใช้ในงานซ่อมท่อพีอี โดยอาศัยคุณสมบัติทางกลของข้อต่ออีโบลท์ และ Flexible Coupling ทำให้กองงานซ่อมท่อของบริษัทหรือห้างร้านที่ทำสัญญาจ้างกับการประปานครหลวง สามารถปฏิบัติงานได้ง่ายเพราะมีหลักการและองค์ประกอบที่เหมือนกัน กล่าวคือ ท่อเดิมและท่อใหม่จะต่อสวมกันได้โดยชุดแหวนเทวดาที่ยึดไว้ด้วยสลักเกลียวและแป้น ส่วนยาง 2 เส้นจะช่วยไม่ให้น้ำรั่วซึมออกมาจากข้อต่ออีกทั้งยังช่วยยึดเกาะให้ท่อกับแหวนแน่นยิ่งขึ้น จึงไม่จำเป็นต้องอาศัยเครื่องเชื่อมในการเข้าซ่อมท่อพีอี

##### 4.1.2 เพื่อลดขั้นตอนการเจ้าหน้าที่มีความชำนาญโดยเฉพาะและมีค่าใช้จ่ายสูง

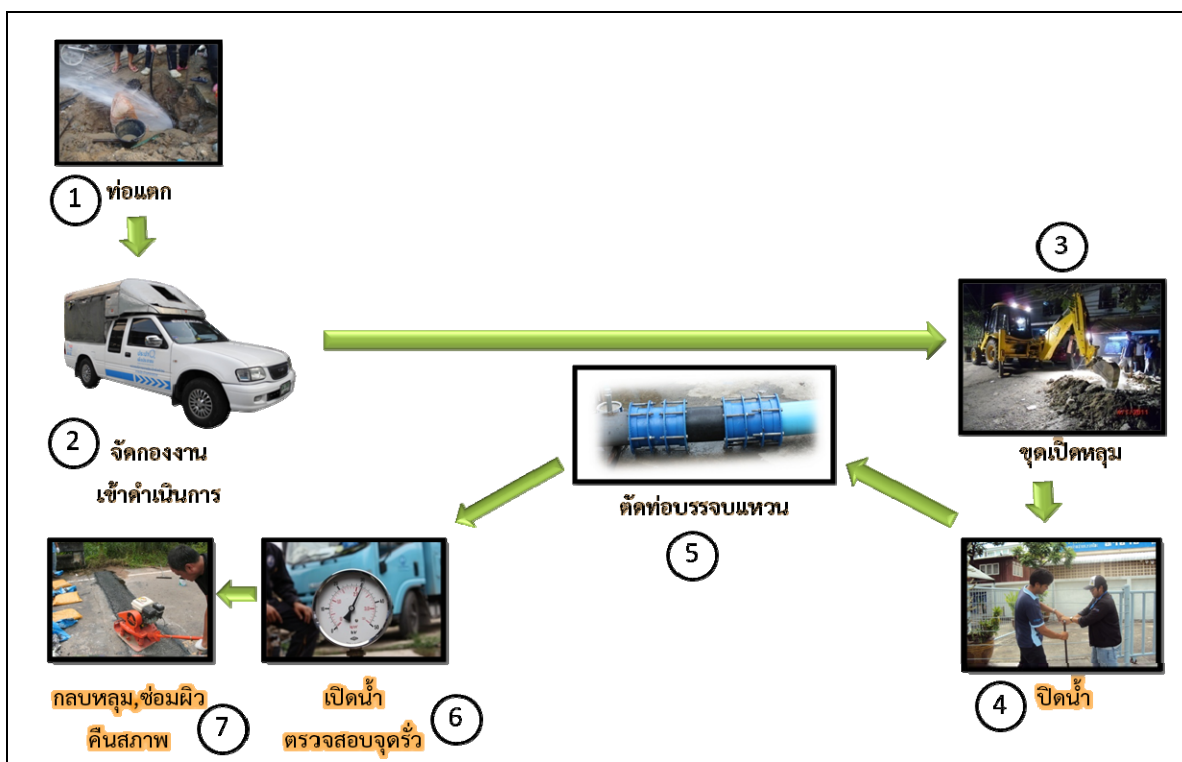
พิจารณาการจำลองเปรียบเทียบขั้นตอนงานซ่อมท่อด้วยวิธีการเชื่อมกับขั้นตอนการซ่อมท่อโดยใช้แหวนเทวดา ดังรูป 4-1 และ 4-2 ตามลำดับ และรายละเอียดแต่ละขั้นตอนในตาราง 4-1 จะพบว่าช่วยลดขั้นตอนในการเรียกผู้รับจ้างซ่อมท่อพีอี ซึ่งหากตรงกับวันหยุดยาวก็จำเป็นที่จะต้องซ่อมโดยใช้ repair clamp รััดเพื่อลดการรั่วซึมของน้ำ ก่อนที่ผู้รับจ้างซ่อมท่อพีอีจะพร้อมเข้าดำเนินการ ที่สำคัญช่วยลดขั้นตอนการขุดเปิดหลุมลงไปได้อีกหนึ่งครั้ง ซึ่งหลุมงานที่ขุดจะต้องมีความกว้างมากพอที่จะติดตั้งเครื่องเชื่อมและโน้มท่อเข้าหากัน หลุมงานต้องแห้งเพื่อความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน

ถ้าซ่อมโดยใช้แหวนเทวดาเพียงแค่นำแหวน 2 ชุด ติดรอกกองงานซ่อมท่อของสาขาก็สามารถซ่อมท่อพีอีได้ หากไม่มีท่อพีอีสามารถใช้ท่อพีวีซีทดแทนท่อพีอีได้ จะเห็นได้ว่าลดขั้นตอนที่ซ้ำซ้อนและล่าช้าลงไปได้หลายขั้นตอน ทำให้เพิ่มโอกาสในการขายน้ำและลดปริมาณน้ำสูญเสียที่ไม่จำเป็น รวมทั้งยังลดขั้นตอนการทำเอกสารจัดจ้างที่แฝงอยู่ในการจ้างผู้รับจ้างซ่อมท่อพีอีอีกด้วย





รูป 4-1 ขั้นตอนงานซ่อมท่อด้วยวิธีการเชื่อม



รูป 4-2 ขั้นตอนการซ่อมท่อโดยใช้แวนเทวดา

ตาราง 4-1 เปรียบเทียบขั้นตอนงานซ่อมท่อด้วยวิธีการเชื่อมกับขั้นตอนการซ่อมท่อโดยใช้แหวนเทวดา

| ขั้นตอนงานซ่อมท่อด้วยวิธีการเชื่อม                                                                                                                                                                                                | ขั้นตอนการซ่อมท่อโดยใช้แหวนเทวดา                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1) สชท. ได้รับแจ้งว่ามีท่อแตกรั่ว                                                                                                                                                                                                 | 1) สชท. ได้รับแจ้งว่ามีท่อแตกรั่ว                                                                                           |
| 2) จัดส่งกองงานซ่อมท่อของสาขาเข้าจุดงาน                                                                                                                                                                                           | 2) จัดส่งกองงานซ่อมท่อเข้าจุดงาน                                                                                            |
| 3) ขุดเปิดหลุมเพื่อหาจุดรั่ว                                                                                                                                                                                                      | 3) ขุดเปิดหลุมเพื่อหาจุดรั่ว                                                                                                |
| 4) พบท่อพีอีแตกรั่วจะต้องติดต่อกลับมาทางผู้ประสานงานสาขา เพื่อจัดหาผู้รับจ้างซ่อมท่อพีอี เพราะกองงานไม่สามารถซ่อมได้                                                                                                              | 4) เมื่อพบท่อพีอีแตกรั่ว และขุดจนได้ขนาดหลุมงานพอที่จะตัดต่อท่อได้ (ตัดยอย) จากนั้นปิดน้ำเพื่อดำเนินการซ่อมท่อ              |
| 5) หากผู้รับจ้างซ่อมท่อพีอียังไม่สามารถเข้าดำเนินการซ่อมได้ทันที ซึ่งอาจมาจากช่วงนั้นเป็นวันหยุดยาว กองงานซ่อมท่อจำเป็นต้องซ่อมชั่วคราวโดยใช้ repair clamp รัดเพื่อลดการรั่วซึม จากนั้นกลบหลุมและล้อมจุดงานเพื่อป้องกันการอันตราย | 5) ตัดท่อที่แตกเสียหายออกและนำท่อใหม่บรรจบกับท่อเส้นเดิมโดยใช้แหวนเทวดา 2 ชุด แล้วขันน็อตให้แน่น (คล้ายกับงานซ่อมท่อพีวีซี) |
| 6) เมื่อผู้รับจ้างซ่อมท่อพีอีมีความพร้อมและนัดวันซ่อมพร้อมเข้าจุดงาน ซึ่งจะต้องเปิดหลุมอีกครั้งเพื่อหาจุดรั่ว โดยต้องขุดให้มีพื้นที่กว้างมากพอที่จะติดตั้งเครื่องมือเชื่อมและซ่อมท่อได้                                           | 6) เมื่อบรรจบท่อแล้วเสร็จ จึงเปิดน้ำเข้าสู่เส้นท่อและตรวจสอบการรั่วซึม                                                      |
| 7) เมื่อได้ความกว้างหลุมงานที่ต้องการแล้ว ก็ปิดน้ำเพื่อดำเนินการซ่อมท่อด้วยการเชื่อม ซึ่งหลุมงานต้องแห้งสนิทเพื่อความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน เพราะเครื่องเชื่อมใช้ไฟฟ้าในการทำงาน                                                 | 7) เมื่อไม่พบการรั่วซึมของน้ำตามรอยต่อ จากนั้นกลบหลุมและซ่อมผิวคืนสภาพเดิม                                                  |
| 8) ติดตั้งเครื่องมือในการเชื่อม                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                             |
| 9) ตัดท่อที่เสียหายออก แล้วเชื่อมต่อท่อท่อนใหม่                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                             |
| 10) รอให้รอยเชื่อมผสานกันดี จากนั้นเปิดน้ำเข้าสู่เส้นท่อ และตรวจสอบรอยเชื่อมว่ามีกรร่วซึมหรือไม่                                                                                                                                  |                                                                                                                             |
| 11) เมื่อไม่พบการรั่วซึมของน้ำตามรอยเชื่อม จากนั้นกลบหลุมและซ่อมผิวคืนสภาพเดิม                                                                                                                                                    |                                                                                                                             |

#### 4.1.3 เพื่อก่อให้เกิดอุปกรณ์ซ่อมท่อชนิดใหม่ที่เป็นแบบเฉพาะของการประปานครหลวง

การประปานครหลวงเป็นองค์กรที่เกี่ยวข้องกับงานส่งจ่ายน้ำด้วยแรงดันในเส้นท่อเป็นหลัก จึงไม่อาจหลีกเลี่ยงที่จะต้องบำรุงรักษาระบบท่อให้อยู่ในสภาพที่ใช้การได้เมื่อมีการแตกชำรุดโดยเหวอนเทวดาที่ได้จากการจัดการความรู้ครั้งนี้ จัดเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการซ่อมท่ออีกชนิดหนึ่งที่เกิดจากการคิดค้นและพัฒนาที่เป็นแบบเฉพาะโดยบุคลากรของการประปานครหลวงเอง ก่อให้เกิดภาพลักษณ์ที่ดีพร้อมทั้งขานรับกับนโยบายของ ผวก. ที่จะนำการประปานครหลวงก้าวสู่เวทีอาเซียนในอนาคตอันใกล้

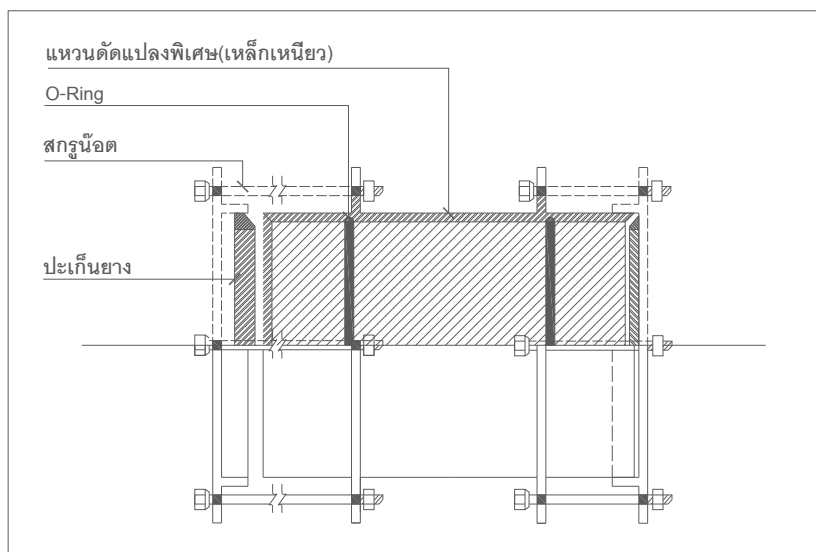
#### 4.2 ข้อเสนอแนะ

เหวอนเทวดาที่คิดค้นขึ้นมาในครั้งนี้เป็นเพียงต้นแบบที่ได้ผ่านการทดลอง และนำไปใช้ซ่อมท่อเพื่อเป็นกรณีตัวอย่าง ถึงอย่างไรเหวอนชุดนี้ยังต้องมีการปรับปรุงแก้ไขในบางจุดที่การจัดการความรู้ครั้งนี้ไม่มีความตั้งใจที่จะมองข้าม เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพการทำงาน และเงื่อนไขแวดล้อมต่างๆ ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น ทางทีมงานจึงได้มีข้อเสนอแนะเพื่อที่จะนำไปปรับปรุงในโอกาสต่อไป ดังนี้

1) พัฒนาเหวอนโดยเพิ่มยาง O-Ring 2 เส้น ผึงไว้ในเหวอนกลาง ดังแสดงในรูป 4-3 เพื่อเป็นยางอีกชั้นที่ช่วยยึดตัวเหวอนกับท่อให้ดียิ่งขึ้น และเพิ่มการป้องกันการรั่วซึมของน้ำอีกทาง

2) กำหนดเป็นมาตรฐานของการประปานครหลวง โดยนำไปทดสอบคุณสมบัติด้านต่างๆ ซึ่งในวันที่ทดลองได้มีตัวแทนของ บริษัท วิค แอนด์ ฮัคแลนด์ จำกัด (มหาชน) เข้าร่วมสังเกตการณ์ และได้มีข้อคิดเห็นในเชิงบวกกับอุปกรณ์เหวอนเทวดา ทำให้การประปานครหลวงมีโอกาสที่จะผลิตอุปกรณ์ชนิดนี้ขึ้นผ่านตัวแทนของ บริษัทต่างๆ ที่ได้ซื้อลิขสิทธิ์ของการประปานครหลวงไปเพื่อนำไปขายต่อหน่วยงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการส่งน้ำที่ใช้ท่อพีอี เช่น การประปาส่วนภูมิภาค กรมชลประทาน หรือว่าภาคเอกชน เช่น บริษัท Eastwater เป็นต้น





รูป 4-3 รูปแบบแหวนเทวดาที่จะพัฒนาต่อไปในโอกาสหน้า

## รายการอ้างอิง

### รายการอ้างอิงภาษาไทย

กรมชลประทาน. (2550). *คู่มือการใช้งานระบบและบำรุงรักษา โครงการชลประทานระบบท่อส่ง น้ำบ้านกุดแคน*. จัดทำโดย บริษัท ร้อยจ แอนด์ แอสโซซิเอทส์ จำกัด, บริษัท ธาวา คอนซัลแตนท์ จำกัด และบริษัท เซ้าท์อีสต์เอเชียเทคโนโลยี จำกัด.

การประปานครหลวง. (2553). *รายการละเอียดประกอบแบบงานก่อสร้าง*. เอกสารประกวดราคา ชุดที่ 2/4 ส่วนที่ 1/2. กรุงเทพมหานคร: การประปานครหลวง.

บริษัท ดับเบิลยูเอช ไซป (ประเทศไทย) จำกัด. (2555). *งานเชื่อมท่อ HDPE*. วันที่ค้นข้อมูล 10 พฤษภาคม 2555, จาก บริษัท วิค แอนด์ สุกคินด์ จำกัด (มหาชน) เว็บไซต์ :

[http://www.wiikhoeglund.com/WebRoot/297797/KWH\\_Basic.aspx?id=568234](http://www.wiikhoeglund.com/WebRoot/297797/KWH_Basic.aspx?id=568234)

บริษัท สยามปทุม กรู๊ป จำกัด. (2555). *คุณลักษณะเฉพาะของ HDPE*. วันที่ค้นข้อมูล 10 พฤษภาคม 2555, จาก บริษัท สยามปทุม กรู๊ป จำกัด เว็บไซต์ :

<http://www.sp2999.com/Default.aspx?pageid=149>

บริษัท เอ็มวอเตอร์. (2555). *HDPE pipe (High Density Polyethylene)*. วันที่ค้นข้อมูล 9 พฤษภาคม 2555, จาก บริษัท เอ็มวอเตอร์ เว็บไซต์ :

<http://www.mwater.in.th/2010/12/22/hdpe-pipe-high-density-polyethylene/>

### รายการอ้างอิงภาษาอังกฤษ

Plastics Pipe Institute. (2006). *General Guidelines Repairing Buried HDPE Potable Water Pressure Pipes*. Plastics Pipe Institute.

### รายชื่อทีมงาน Power of The O-ring

|    |                            |                                |                 |
|----|----------------------------|--------------------------------|-----------------|
| 1  | นายเมธา ตันติยุทธ          | ผจ.สสต.                        | ประธานที่ปรึกษา |
| 2  | นายพงษ์ศักดิ์ ปอแก้ว       | ผอ.กรร.สสต.                    | ที่ปรึกษา       |
| 3  | นายบุญเลิศ ไตรีน           | นักบริหารงานช่าง 7 สสต.        | หัวหน้าทีมงาน   |
| 4  | นายกานต์ ประสงค์เกียรติ    | หน.สปน.สสต.                    | ทีมงาน          |
| 5  | นายอรรถบูรณ์ เบญจบันลือกุล | หน.สกลส.สสต.                   | ทีมงาน          |
| 6  | นายทัตเทพ ลาภมากผล         | นักบริหารงานทั่วไป 5 สปน.สสต.  | ทีมงาน          |
| 7  | นายศิลา โพธิ์แสง           | นักบริหารงานช่าง 5 สอบ.สสต.    | ทีมงาน          |
| 8  | น.ส.ศิริอร ไทยศิรินิยม     | นักประชาสัมพันธ์ 4 สปน.สสต.    | ทีมงาน          |
| 9  | นายสุเมธ นาคสุข            | วิศวกร 3 สปน.สสต.              | ทีมงาน          |
| 10 | นายเอกภูมิ หนูแสง          | นักเทคโนโลยีสารสนเทศ 3 สกลสสต. | ทีมงาน          |
| 11 | นายวัชรพล ศรีจาด           | ช่าง 2 สชท.สสต.                | ทีมงาน          |
| 12 | นายนิด รัตนกำภรณ์ชัย       | ลูกจ้าง สชท.สสต.               | ทีมงาน          |
| 13 | นายพีระ ฉัตรจินตนาพร       | วิศวกร 4 สชท.สสต.              | เลขานุการ ฯ     |



